

Аккумулятор - история жизни

Новый (только что с завода) свинцовый аккумулятор имеет емкость чуть меньше номинальной емкости. После нескольких циклов разряд-заряд или нескольких недель пребывания под "плавающим" зарядом (в буфере) емкость аккумулятора увеличивается. При дальнейшей эксплуатации емкость аккумулятора, падает - аккумулятор изнашивается, стареет и в конце концов должен быть заменен новым аккумулятором.

Преобладание того или иного механизма старения аккумулятора зависит от истории эксплуатации аккумулятора, т.е. того, как часто он разряжался, на какую нагрузку и как глубоко, при какой температуре заряжался и других подобных мелочей, которые, в конечном счете, определяют срок службы аккумулятора. Рассмотрим основные механизмы старения свинцового аккумулятора

"Высыхание" электролита

На конечной стадии зарядки, кислотный электролит свинцового аккумулятора начинает разлагаться. На положительной пластине аккумулятора образуется кислород, который может рекомбинировать на отрицательной пластине аккумулятора. Но между положительной и отрицательной пластинами находится электролит, который затрудняет диффузию кислорода. Поэтому в старых свинцовых аккумуляторах газ выходил из аккумулятора, а электролит терял объем, "высыхал". Если в аккумулятор вовремя не доливали воду, он входил из строя из-за "высыхания" электролита.

При нормальной эксплуатации современных герметичных свинцовых кислотных аккумуляторов потеря объема электролита практически исключена и редко становится главным механизмом старения аккумулятора.

Сульфатация

При разряде свинцового аккумулятора на обеих пластинах образуется серноокислый свинец, который во время зарядки должен снова превратиться в активные вещества: свинец и окись свинца. Но при некоторых обстоятельствах часть серноокислого свинца остается не преобразованной. Это приводит к уменьшению емкости аккумулятора, причем по нескольким причинам:



- часть свинца остается связанной в серноокислом свинце и не участвует в формировании активных веществ, тем самым емкость аккумулятора уменьшается;

- серноокислый свинец имеет больший объем, чем активные вещества и большие кристаллы серноокислого свинца перекрывают поры в структуре активных веществ, препятствуя доступу к активным веществам свежего электролита и еще больше уменьшая емкость аккумулятора;

сульфатации способствует длительное хранение свинцового аккумулятора, хранение аккумулятора в разряженном состоянии, большие разрядные токи, повышенные температуры, пониженные

зарядные напряжения.

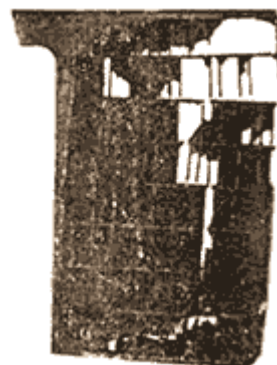
Сульфатация аккумулятора приводит к уменьшению концентрации и плотности электролита. Поэтому основным методом обнаружения сульфатации традиционно считался контроль плотности электролита в аккумуляторе. Современные тестеры свинцовых аккумуляторов сразу показывают емкость аккумулятора с учетом возможной сульфатации и надобность в контроле плотности электролита отпала

Коррозия решеток

Отрицательная и положительная пластины свинцового аккумулятора обычно представляют собой свинцовые решетки, на которые нанесена паста из активных веществ. Решетки служат для удержания активных веществ и подвода к ним электрического тока. С течением времени свинец решеток реагирует с водой, содержащейся в электролите, и окисляется, образуя окись свинца. Для уменьшения коррозии, вместо чистого свинца используют его сплавы с другими металлами. В современных аккумуляторах решетки могут содержать кальций, олово, серебро.

Коррозия особенно опасна для решетки положительной пластины. По сравнению со свинцом окись свинца хуже проводит электрический ток, занимает больший объем и имеет меньшую прочность. Поэтому коррозия приводит к повышению Внутреннего сопротивления аккумулятора, уменьшению его емкости (особенно при больших токах) и постепенному разрушению решетки.

Факторы, способствующие коррозии: повышенная температура, повышенное напряжение и ток зарядки. Использование специальных сплавов сделало коррозию менее важным механизмом старения свинцовых аккумуляторов.

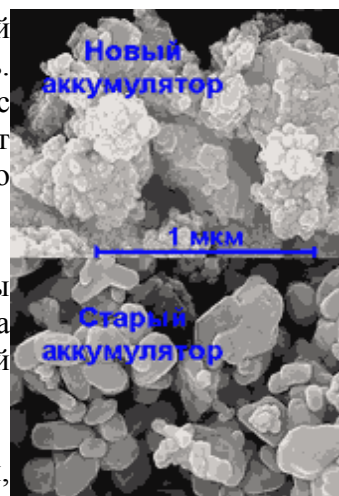


Разрушение активного вещества положительной пластины

Окись свинца - активное вещество положительной пластины аккумулятора - имеет не слишком большую прочность. Поэтому отдельные кристаллы окиси свинца могут терять связь с другими кристаллами и решеткой. После этого они перестают участвовать в электрохимических реакциях заряда и разряда. Это приводит к уменьшению емкости аккумулятора.

В новом аккумуляторе окись свинца формирует группы плотно сросшихся мелких кристаллов. У старого аккумулятора кристаллы положительной активной массы имеют больший размер и плохо связаны друг с другом.

Разрушению активного вещества способствуют: вибрации, большое число разрядов, глубокие разряды. зарядка свинцовых



аккумуляторов большими токами и при большой температуре препятствует разрушению положительной активной массы.

Какой механизм старения аккумулятора - главный?



В каждом аккумуляторе действуют все перечисленные выше механизмы старения. И совершенно не обязательно один из механизмов старения аккумулятора должен доминировать. Но в зависимости от условий, в которых происходила эксплуатация аккумулятора, тот или иной механизм может вносить больший или меньший вклад в уменьшение емкости аккумулятора. Для продления срока службы аккумулятора нужно следить за правильной и своевременной зарядкой аккумулятора, не подвергать аккумулятор действию повышенных температур и периодически проверять емкость аккумулятора тестером свинцовых аккумуляторов. В общем все, как у людей: делайте зарядку, не одевайтесь слишком тепло и иногда проверяйте здоровье.

Как работает свинцовый аккумулятор

Как и в любом другом электрическом аккумуляторе, в свинцовом кислотном аккумуляторе во время зарядки и разрядки происходят обратимые химические реакции. Во время зарядки на пластинах свинцового аккумулятора накапливаются активные вещества: свинец (на отрицательной пластине аккумулятора) и окись свинца (на положительной пластине).

Во время разрядки свинцового аккумулятора, происходит обратная реакция и активные вещества аккумулятора "расходятся" образуя сернокислый свинец (сульфат свинца). Сульфат свинца остается на пластинах аккумулятора, образуя грозди мелких кристаллов. Пористая структура этих кристаллических сгустков сульфата обеспечивает свободный доступ электролита ко всем кристаллам во время зарядки аккумулятора. Поэтому восстановление исходных активных веществ на пластинах свинцового аккумулятора не вызывает трудностей.

Но в некоторых условиях, может происходить перекристаллизация - сульфат свинца образует большие труднорастворимые кристаллы, и восстановление активных веществ аккумулятора затрудняется. Этот процесс называется сульфатацией свинцового аккумулятора. Сульфатация - один из главных механизмов старения свинцового аккумулятора. Сульфатация аккумулятора приводит сразу к нескольким негативным последствиям.

Сульфатация приводит уменьшению емкости аккумулятора

Можно приближенно считать, что емкость аккумулятора прямо пропорциональна площади поверхности пластин, покрытой активными веществами. У засульфатированного аккумулятора, часть активных веществ связана в сульфате свинца, а часть поверхности пластин покрыта не активными веществами, а сульфатом. Поэтому при разряде засульфатированный аккумулятор отдает меньшую емкость, чем аккумулятор в нормальном состоянии.

Кроме того, большие кристаллы сульфата свинца могут полностью перекрывать поры, и доступ электролита вглубь активной массы затрудняется. Это также способствует уменьшению емкости аккумулятора.

Сульфатация увеличивает внутреннее сопротивление аккумулятора

Сульфат свинца имеет большое электрическое сопротивление. Поэтому замещение активных веществ (свинца и окиси свинца) сульфатом свинца на поверхности пластин в результате сульфатации аккумулятора приводит к значительному росту внутреннего сопротивления аккумулятора. Увеличение внутреннего сопротивления аккумулятора при сульфатации приводит к увеличенному падению напряжения на аккумуляторе при разряде и зарядке, а также к перегреву аккумулятора, который приводит к ускорению сульфатации.

Сульфатация аккумулятора увеличивает объем пластин

Плотность сульфата свинца меньше, чем плотность активных веществ, поэтому пластина аккумулятора в разряженном состоянии занимает больший объем, чем в заряженном состоянии. Это приводит к уменьшению пористости пластин аккумулятора. Но в случае глубокой сульфатации аккумулятора, когда образуются большие нерастворимые кристаллы сульфата свинца, пластины могут деформироваться и разрушаться. Толщина пластин увеличивается. В некоторых случаях, может сильно деформироваться корпус аккумулятора.

Условия, способствующие сульфатации свинцового аккумулятора

В любом свинцовом аккумуляторе, оставленном в разряженном состоянии начинается сульфатация. Она может быть более или менее интенсивной, в зависимости от нескольких факторов. Сульфатации способствуют:

- повышенная температура;
- длительное хранение в разряженном состоянии;
- большие разрядные токи;
- пониженное разрядное напряжение;

Поэтому, для того, чтобы избежать сульфатации свинцового аккумулятора, следует хранить и эксплуатировать аккумуляторы при невысоких температурах, соблюдать рекомендуемые токи и напряжения при зарядке и разряде аккумулятора и не хранить свинцовый аккумулятор в разряженном состоянии.

Как обнаружить сульфатацию свинцового аккумулятора

Раньше, в эпоху открытых свинцовых аккумуляторов, начало сульфатации определяли по понижению плотности электролита. Сегодня наступило время герметичных свинцовых кислотных аккумуляторов, а значит у аккумуляторов больше нет отверстия для забора электролита. Поэтому сегодня начало сульфатации определяют по падению емкости аккумулятора, а для определения емкости используют современные тестеры аккумуляторов

Зачем обслуживать свинцовые аккумуляторы и почему нужно обслуживать свинцовые аккумуляторы

Главная цель обслуживания аккумулятора - обеспечить надежность аккумуляторной системы. Пользователь аккумулятора должен быть уверен, что аккумулятор не подведет в ответственный момент: подхватит нагрузку в случае сбоя питания или заведет двигатель.

Как и любая часть системы, аккумулятор подвержен старению, иначе говоря, износу: емкость аккумулятора со временем уменьшается, клеммы аккумулятора окисляются... Задача обслуживания аккумулятора - вовремя заметить и, по возможности предотвратить ускоренное старение аккумулятора, которое может быть следствием его неправильной эксплуатации.

Обслуживание традиционных свинцовых аккумуляторов

Раньше обслуживание свинцовых аккумуляторов включало следующие операции (хотя и не ограничивалось только ими):

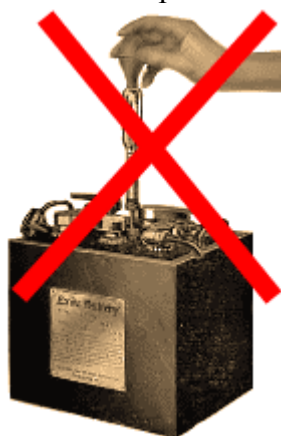
- проверка электрических соединений аккумуляторной батареи (надежность контактов, отсутствие окисления, исправность проводов и изоляции);
- проверка уровня электролита и доливка дистиллированной воды, если уровень электролита понижен;
- проверка плотности электролита, чтобы вовремя заметить сульфатацию аккумулятора.
- проверка емкости аккумулятора методом контрольного разряда;



- поиск следов выброса электролита на верхней крышке аккумулятора для выявления неправильной эксплуатации аккумулятора.

Правда ли, что современные необслуживаемые герметичные свинцовые аккумуляторы не нужно обслуживать?

Да, правда. Почти правда.



В современных герметичных свинцовых аккумуляторах решены многие проблемы, которые раньше приводили к ускоренному старению аккумулятора. Сейчас, при правильной эксплуатации, исключена потеря воды электролитом, следовательно долив воды не требуется, и для долива воды даже нет отверстий. Поэтому невозможен и контроль плотности электролита, который раньше был основным методом диагностики сульфатации аккумулятора.

А как же вовремя заметить уменьшение емкости, связанное с сульфатацией или другими причинами, только по контрольному разряду? Нет, сейчас для проверки свинцовых аккумуляторов используют современные тестеры аккумуляторов (тестеры аккумуляторных батарей) - они быстро оценивают емкость аккумулятора и помогают вовремя заметить сульфатацию.

Перечислим теперь основные операции по обслуживанию современных свинцовых аккумуляторов.

Проверка электрических соединений аккумулятора

На проводах, клеммах и самом аккумуляторе не должно быть следов окислов или белого налета. Изоляция всех проводов не должна иметь повреждений. Не допускаются незатянутые болтовые или винтовые соединения, незатянутые конические клеммы, болтающиеся ножевые клеммы.

Проверка емкости аккумулятора

Для проверки емкости аккумулятора применяют тестеры аккумуляторов. Традиционный контрольный разряд теперь проводится реже или проводится только в сомнительных случаях или не проводится вовсе.

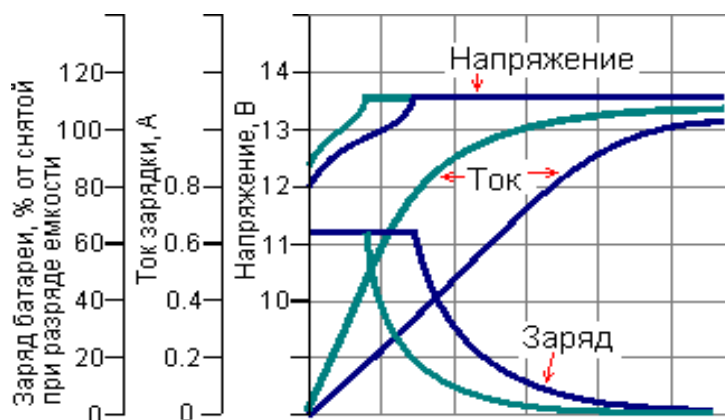
Что такое зарядка аккумулятора?

По определению, зарядка аккумулятора - процесс, обратный разрядке аккумулятора (разряду аккумулятора) - во время зарядки, аккумулятор запасает энергию, питаясь от внешнего источника тока.

После полной зарядки, аккумулятор накапливает заряд, равный емкости аккумулятора. От внешнего источника тока, за время зарядки, аккумулятор отбирает несколько больший заряд.

Как зарядить свинцовый аккумулятор проще и безопаснее всего?

Самый простой и безопасный метод зарядки свинцового аккумулятора - это метод I-U (ток - напряжение). Сначала аккумулятор заряжают постоянным током, а после достижения заданного напряжения, заряжают аккумулятор, поддерживая на нем, постоянное напряжение.



Зарядка аккумулятора 12 В, 7 А*час после разряда током 35 мА на 50% — и на 100% —

Какой величины должен быть начальный ток зарядки аккумулятора? Для большинства стационарных свинцовых аккумуляторов этот ток написан на корпусе. Максимальная величина зарядного тока составляет от 0.2 до 0.3 емкости аккумулятора. Например, если емкость аккумулятора равна 100 А*час, то ток заряда такого свинцового аккумулятора не может превышать 20 А или 30 А (это решает производитель). Самая старая и самая распространенная рекомендация относительно зарядного тока свинцового аккумулятора: "10 процентов от емкости", верна и сегодня. Любой свинцовый кислотный аккумулятор можно заряжать, начиная зарядку с таким током, без боязни как-то повредить аккумулятор.

Каким должно быть конечное напряжение при зарядке свинцового аккумулятора методом I-U? Максимальное напряжение не должно превышать 2.3 ± 0.023 В на каждый элемент аккумулятора. Т.е. для свинцового аккумулятора с номинальным напряжением 12В, конечное напряжение зарядки не должно превышать 13.8 ± 0.15 В. Метод I-U чаще применяется при работе аккумуляторов в буферном режиме, поскольку под напряжением 13.8 ± 0.15 В современные герметичные свинцовые кислотные аккумуляторы могут находиться на протяжении всего своего ресурса.

Сколько времени занимает зарядка свинцового аккумулятора - методом I-U? В зависимости от начального тока. Если начальный ток равен 20% емкости аккумулятора, то за 5-6 часов аккумулятор заряжается примерно до 90% своей емкости. После перехода к режиму постоянного напряжения, ток зарядки аккумулятора быстро падает и полная зарядка аккумулятора занимает примерно сутки. Есть ли более быстрые способы зарядки свинцовых аккумуляторов? Да, есть, и сейчас мы рассмотрим один из них.

Быстрая зарядка свинцового аккумулятора

Для быстрой зарядки свинцового аккумулятора нужно заряжать аккумулятор постоянным током (максимальный ток - тот же) до достижения напряжения 14.5 ± 0.2 В (для аккумуляторов с номинальным напряжением 12В), а потом отключить зарядное устройство или перевести его в режим поддержания напряжения 13.8 ± 0.15 В.

Метод быстрой зарядки аккумулятора позволяет полностью зарядить свинцовый аккумулятор примерно за 6 часов (при начальном токе 20% от емкости). Быстрый заряд чаще применяется при эксплуатации аккумуляторов в циклическом режиме.

Как влияет температура на зарядку свинцового аккумулятора?

Все, что написано выше, относится к зарядке свинцового аккумулятора при температуре 20 градусов Цельсия, а при других температурах нужно вводить температурную компенсацию зарядного напряжения. Зарядка свинцового аккумулятора возможна в диапазоне температур от -15 °С до $+40$ °С. При увеличении температуры, напряжение заряда должно быть меньше обычного, чтобы избежать перезарядки. А если зарядка аккумулятора производится при пониженной температуре, напряжение зарядки нужно увеличить, чтобы избежать недозарядки. Обычно рекомендуется использовать температурную компенсацию -3 мВ/°С.

Что будет, если не соблюдать правила зарядки свинцового аккумулятора?

Описанные выше способы зарядки свинцового аккумулятора позволяют зарядить аккумулятор быстро и безопасно. Они ориентированы на максимальное сохранение ресурса свинцового аккумулятора и замедление старения аккумулятора.

Возможна ли зарядка аккумулятора током, большим, чем максимально допустимый? Да, аккумулятор зарядится, даже если ток зарядки будет превышать установленный производителем максимум. Но, во-первых, если не уменьшить ток хотя бы в конце зарядки, то аккумулятор зарядится не полностью. А во-вторых, во время зарядки большим током перестанет быть эффективным механизм рекомбинации газов внутри герметичного свинцового аккумулятора, и электролит аккумулятора потеряет воду, даже, если потом, в конце зарядки, зарядный ток будет уменьшен. В результате превышения тока даже во время одной зарядки, аккумулятор не проработает весь расчетный ресурс и выйдет из строя раньше.

Возможна ли зарядка аккумулятора очень маленьким током, намного меньшим, чем максимально допустимый, скажем, током в 0.2% от емкости? Да, аккумулятор полностью зарядится даже таким током. Но зарядка аккумулятора будет продолжаться неоправданно долго - несколько недель. Кроме того, значительную часть этого времени аккумулятор будет находиться в разряженном состоянии, что почти эквивалентно хранению свинцового аккумулятора в разряженном состоянии. А это ведет к сульфатации

и ускоренному старению аккумулятора. Однократная зарядка очень малым током не выведет аккумулятор из строя, но такие зарядки не следует повторять часто.

Неправильный выбор конечного напряжения зарядки также опасен для аккумулятора. Недостаточное конечное напряжение приведет к недозарядке аккумулятора, и он сделает шаг в сторону сульфатации. А избыточное напряжение зарядки чревато выделением газов из аккумулятора и потерей воды электролитом. Это еще сильнее уменьшает ресурс аккумулятора, чем зарядка аккумулятора пониженным напряжением.

При температуре ниже -15°C зарядка аккумулятора не рекомендуется, поскольку при низкой температуре перестает работать механизм рекомбинации газов внутри герметичного свинцового аккумулятора, и электролит теряет воду.

Как определить, правильно ли проведена зарядка аккумулятора.

Вполне достаточно соблюдать необходимые параметры зарядки аккумулятора: ток и напряжение (с учетом температуры), и зарядка аккумулятора будет успешной. В конце зарядки современного герметичного свинцового кислотного аккумулятора не должно быть никаких пузырьков, не допустимо даже небольшое выделение газа. Если вокруг предохранительных клапанов аккумулятора обнаружены следы электролита или белый налет, то аккумулятор заряжался неправильно.

После зарядки можно проверить аккумулятор тестером аккумуляторов - емкость аккумулятора после зарядки должна полностью восстановиться.

Обслуживание и заряд аккумуляторов

Обсудим основные моменты ухода и обслуживания аккумуляторов. Не секрет, что срок службы аккумуляторной батареи зависит от соблюдения правил ухода и предупреждения экстремальных режимов работы.

Зарядка аккумуляторов

При изменении напряжения бортовой сети от $+0,5\text{В}$ до $-0,5\text{В}$, почти вдвое сокращается срок службы аккумулятора и осветительных ламп.

Оптимальная величина напряжения заряда аккумуляторной батареи в зависимости от температуры электролита может быть определена по формуле:

$$U = 14,56 - 0,024 T$$

где U - напряжение бортовой сети, измеренное на зажимах аккумулятора, T - температура электролита.

Если аккумулятор требует подзарядки, то ток зарядки выбирается из расчета $0,1$ от емкости батареи, к примеру, если у вас аккумулятор емкостью 55



Ампер-час, то ток его зарядки должен составлять 5,5 ампер. Время зарядки составляет от 4 до 12 часов, в зависимости от состояния аккумуляторной батареи. Признаком полной зарядки батареи, может служить обильное газовыделение (кипение электролита) из банок аккумулятора.

Обслуживание

Любые аккумуляторы требуют периодического проявления внимания:

- проверять надежность крепления батареи в посадочном месте*
- проверять плотность контакта наконечников проводов с выводами батареи*
- не допускать появления коррозии на выводах батареи, наконечники проводов и батареи смазать техническим вазелином*
- очищать батарею от пыли и грязи мягкой ветошью*
- проверять уровень электролита в каждой секции аккумулятора и при необходимости доливать дистиллированную воду до нормального уровня; в аккумуляторах новых конструкций это делается значительно реже, а в необслуживаемых - вода не доливается*
- проверять и при необходимости прочищать вентиляционные отверстия*
- электролит, попавший на поверхность батареи, удалять чистой ветошью, смоченной в растворе нашатырного спирта или в 10% растворе кальцинированной соли*
- проверять целостность корпуса и крышек на отсутствие трещин и просачивания электролита*
- если понижение уровня электролита произошло за счет его выплескивания, долить электролит такой же плотности, как в аккумуляторе*

Важным является контроль состояния устройств, регулирующих напряжение в бортовой сети автомобиля и поддерживающих на высоком уровне степень заряженности аккумулятора. Допускаются незначительные отклонения среднего значения напряжения бортовой сети от заданной величины.

Если напряжение меняется в пределах от -10% до +10%, то гораздо выгоднее и дешевле заменить регулятор напряжения и в 2-3 раза реже менять аккумуляторы. По всем вопросам, связанным с уходом за аккумулятором вашего автомобиля Вы можете обращаться в наш автосервис, основной специализацией которого является ремонт автомобилей и их основных агрегатов.